



DEUTSCHES
PATENTAMT

② Aktenzeichen: 197 38 337.8
③ Anmeldetag: 2. 9. 97
④ Offenlegungstag: 5. 3. 98

DE 197 38 337 A 1

③ Unionspriorität:

8-231620 02.09.96 JP

⑦ Anmelder:

Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Hitachi Car
Engineering Co., Ltd., Hitachinaka, Ibaraki, JP

⑦ Vertreter:

Beetz und Kollegen, 80538 München

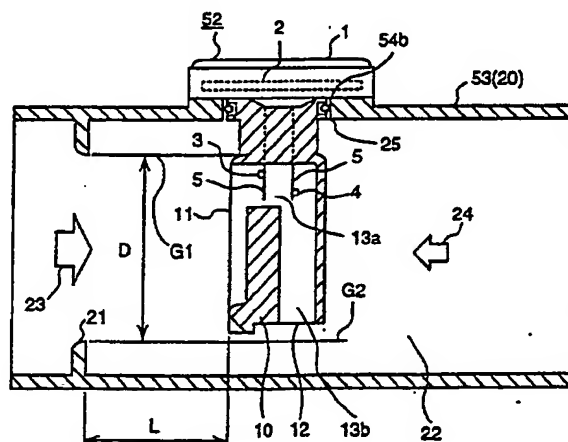
⑦ Erfinder:

Kobayashi, Chihiro, Ibaraki, JP; Igarashi, Shinya,
Ibaraki, JP; Takasago, Akira, Hitachinaka, Ibaraki, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Hitzdraht-Luftmassenmesser

⑤ Ein hochgenauer, kostengünstiger und einfach zu handhabender Hitzdraht-Luftmassenmesser. Der Hitzdraht-Luftmassenmesser enthält einen Haupt-Luftmassenleitungskörper (20), der eine Haupt-Luftmassenleitung (22) bildet, durch die Luft strömen kann, sowie ein Meßmodul (52), das einen Hitzdraht (3) zum Messen der Luftmasse besitzt und in den Haupt-Luftmassenleitungskörper (20) eingesetzt ist. Der Hitzdraht (3) des Meßmoduls (52) ist in einem Hilfs-Luftmassenleitungskörper (10) angeordnet, der eine L-förmige Hilfs-Luftmassenleitung (13) bildet, die einen Einlaßöffnungsabschnitt (11), dessen Einlaßfläche zum Hauptluftstrom (23, 24) senkrecht ist, und einen Auslaßöffnungsabschnitt (12), dessen Auslaßfläche zum Hauptluftstrom (23, 24) parallel ist, enthält. Der Haupt-Luftmassenleitungskörper (20) weist an der Innenwand stromaufseitig vom Hilfs-Luftmassenleitungskörper (10) eine Blende (21) auf. Sowohl der Einlaßöffnungsabschnitt als auch der Auslaßöffnungsabschnitt sind innerhalb einer Durchflußzone (D) angeordnet, die durch eine imaginäre Fläche definiert ist, die an der Oberkante der Blende (21) beginnt und sich parallel zum Hauptluftstrom (23, 24) erstreckt.



DE 197 38 337 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Luftmassenmesser und insbesondere einen Hitzdraht-Luftmassenmesser, der die Ansaugluftmasse eines Fahrzeug-Verbrennungsmotors messen kann.

Aus der JP 2-1518-A ist ein Hitzdraht-Luftmassenmesser für Verbrennungsmotoren bekannt, dessen Luftmassenleitung ein L-förmiges Erfassungsrohr aufweist, um bei pulsierendem Massenstrom die Meßgenauigkeit zu verbessern. Die Luftmassenleitung enthält eine Wand, die im Rückwärtsmassenstrom angeordnet ist, so daß der Rückwärtsmassenstrom nicht direkt auf den Hitzdraht trifft. Obwohl bei dieser Konstruktion einer Luftmassenleitung der Rückwärtsmassenstrom nicht unterdrückt werden kann, kann ein sogenanntes Zweiwert-Phänomen, d. h. ein Absinken des Erfassungswerts des Hitzdraht-Luftmassenmessers, das bei einem Anstieg der Pulsationsamplitude des Luftmassenstroms verursacht wird, abgeschwächt werden.

Ferner ist aus der JP 1-110220-A eine Luftmassenleitung mit einer Blende bekannt. Bei dieser Konstruktion ist der Hitzdraht direkt stromabseitig von einer Blende innerhalb eines Erfassungsrohrs angeordnet, welches nahezu geradlinig und kurz ist und parallel zur Hauptmassenstromrichtung orientiert ist.

In dem obenbeschriebenen Stand der Technik ist es nicht möglich, die Durchflußgeschwindigkeit durch Identifizieren der Richtung des Massenstroms zu messen. Wenn daher die Ausgangssignale des Hitzdraht-Luftmassenmessers aufgezeichnet werden, wenn der Ladedruck durch allmähliches Öffnen der Drosselklappe bei konstant gehaltener Motordrehzahl verändert wird, nimmt das durchschnittliche Ausgangssignal allmählich zu, es steigt jedoch sprunghaft an, wenn der Ladedruck einen bestimmten Punkt übersteigt, was einen positiven Meßfehler für die Ist-Durchflußgeschwindigkeit (den Ist-Massenstrom) bedeutet, wie in Fig. 12 gezeigt ist. Dieses Phänomen wird dadurch verursacht, daß die Pulsationsamplitude des Hitzdraht-Luftmassenmessers allmählich zunimmt, wenn der Öffnungsgrad der Drosselklappe erhöht wird, wobei schließlich bei einem Öffnungsgrad der Drosselklappe oberhalb eines Punkts B ein Rückwärtsmassenstrom auftritt, wie in Fig. 12B gezeigt ist. Der Hitzdraht-Luftmassenmesser kann jedoch die Richtung des Massenstroms nicht ermitteln. Wenn daher ein Rückwärtsmassenstrom auftritt, nimmt das durchschnittliche Ausgangssignal zu, weil die Durchflußgeschwindigkeit gleichermaßen sowohl für einen Vorwärtsmassenstrom als auch für einen Rückwärtsmassenstrom erfaßt wird. Es ist bekannt, daß dieses Phänomen insbesondere bei Motoren mit nicht mehr als vier Zylindern in einem vergleichsweise niedrigen Drehzahlbereich von 1000 bis 2000 min⁻¹ auftritt und bei einem Motor mit mehr als vier Zylindern kaum auftritt.

Es ist möglich, den durch den Rückwärtsmassenstrom verursachten Fehler zu reduzieren, indem die obenbeschriebene Technik verwendet wird, bei der in der Luftmassenleitung eine dem Rückwärtsmassenstrom entgegenwirkende Wand vorgesehen ist, so daß der Rückwärtsmassenstrom nicht direkt auf den Hitzdraht trifft. Der Fehler kann jedoch nur um die Hälfte reduziert werden. Der Grund hierfür besteht darin, daß bei Auftreten eines Rückwärtsmassenstroms der Vorwärtsmassenstrom um den Betrag zunimmt, der dem Rückwärtsmassenstrom zu diesem Zeitpunkt entspricht.

Ferner kann das Auftreten eines Rückwärtsmassen-

stroms in einer Luftansaugleitung aufgrund der Strukturen des Motors und der Luftansaugleitung nur schwer verhindert werden. Um daher den durch den Rückwärtsmassenstrom verursachten Fehler zu reduzieren, muß ein kompliziertes Verfahren verwendet werden, indem etwa der Betrag des Rückwärtsmassenstroms vom Betrag des Vorwärtsmassenstroms subtrahiert wird oder indem der Vorwärtsmassenstrom und der Rückwärtsmassenstrom getrennt gemessen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen kostengünstigen und einfach handzuhabenden Hitzdraht-Luftmassenmesser für Kraftfahrzeuge zu schaffen, bei dem die Meßgenauigkeit einschließlich der Abweichungsgenauigkeit bei Vorhandensein eines Rückwärtsmassenstrom begleitenden pulsierenden Massenstroms verbessert ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Hitzdraht-Luftmassenmesser, der die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale besitzt. Die abhängigen Ansprüche sind auf zweckmäßige Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

Der erfindungsgemäße Hitzdraht-Luftmassenmesser enthält einen Haupt-Luftmassenleitungskörper, der eine Haupt-Luftmassenleitung bildet, durch die zu messende Luft strömen kann, und einen Meßmodul, das einen Hitzdraht zum Messen einer Luftmasse aufweist und in den Haupt-Luftmassenleitungskörper eingesetzt ist, wobei

der Hitzdraht des Meßmoduls in einem Hilfs-Luftmassenleitungskörper vorgesehen ist, der eine L-förmige Hilfs-Luftmassenleitung bildet, die einen Einlaßöffnungsabschnitt, dessen Einlaßfläche zum Hauptluftstrom im wesentlichen senkrecht ist, sowie einen Auslaßöffnungsabschnitt, dessen Auslaßfläche zum Hauptluftstrom im wesentlichen parallel ist, enthält, der Haupt-Luftmassenleitungskörper an der inneren Umfangswand stromaufseitig vom Hilfs-Luftmassenleitungskörper eine Blende aufweist, und sowohl der Einlaßöffnungsabschnitt als auch der Auslaßöffnungsabschnitt innerhalb einer Durchflußzone angeordnet sind, die durch eine an der Oberkante der Blende beginnenden und parallel zum Hauptluftstrom verlaufenden imaginären Fläche gebildet ist.

Da gemäß der Erfindung aufgrund der Erhöhung der Durchflußgeschwindigkeit in der durch die Blende gebildeten Durchflußzone die Wirkung des Rückwärtsmassenstroms reduziert ist, der in der Hilfs-Luftmassenleitung vorhanden ist, deren beide Öffnungsabschnitte innerhalb der Durchflußzone angeordnet sind, kann die Meßgenauigkeit verbessert werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden deutlich beim Lesen der folgenden Beschreibung zweckmäßiger Ausführungsformen, die auf die beigefügten Zeichnungen Bezug nimmt; es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht im Querschnitt einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Hitzdraht-Luftmassenmessers;

Fig. 2 eine Vorderansicht des Hitzdraht-Luftmassenmessers nach Fig. 1 bei Betrachtung in Strömungsrichtung;

Fig. 3 einen Schaltplan des Hitzdraht-Luftmassenmessers nach Fig. 1;

Fig. 4A, 4B Darstellungen zur Erläuterung des Mechanismus, mit dem ein fehlerhafter sprunghafter Anstieg mittels einer Blende gemäß der Erfindung reduziert werden kann;

Fig. 5A, 5B Darstellungen zur Erläuterung des Mechanismus, mit dem ein Zweiwert-Phänomen mittels ei-

ner Blende gemäß der Erfindung reduziert werden kann;

Fig. 6 einen Graphen, der die Beziehung zwischen den Abmessungen der Blende und einem fehlerhaften sprunghaften Anstieg zeigt;

Fig. 7 einen Graphen, der die Beziehung zwischen der Position einer Blende relativ zu den Einlaß- und Auslaßanschlüssen einer Hilfs-Luftmassenleitung und einem Ausgangssignalrauschen zeigt;

Fig. 8, 9 Querschnittsansichten weiterer zweckmäßiger Ausführungsformen des Hitzdraht-Luftmassenmessers gemäß der Erfindung;

Fig. 10 eine vergrößerte Ansicht eines Verbindungsabschnitts im Luftmassenmesser nach Fig. 9;

Fig. 11 eine Teilansicht einer Ausführungsform eines Verbrennungsmotors mit elektronischer Kraftstoffeinspritzsteuerung, die einen Luftmassenmesser gemäß der Erfindung umfaßt;

Fig. 12A, B die bereits erwähnten Darstellungen zur Erläuterung eines fehlerhaften sprunghaften Anstiegs des Ausgangssignals eines Luftmassenmessers bei pulsierendem Massenstrom; und

Fig. 13 eine Darstellung zur Erläuterung des Zweitwert-Phänomens in einem Luftmassenmesser bei pulsierendem Massenstrom.

Fig. 1 ist eine Seitenansicht im Querschnitt einer zweckmäßigen Ausführungsform eines Hitzdraht-Luftmassenmessers gemäß der Erfindung. Fig. 2 ist eine Vorderansicht, die den Hitzdraht-Luftmassenmesser nach Fig. 1 bei Betrachtung in Strömungsrichtung zeigt. Die folgende Beschreibung nimmt auf Fig. 1 und auf Fig. 2 Bezug.

Der Hitzdraht-Luftmassenmesser (im folgenden einfach als "Luftmassenmesser" bezeichnet) enthält ein Meßmodul 52 zum Messen des Luftmassenstroms und einen Körper 53, der seinerseits einen Haupt-Luftmassenleitungskörper 20 sowie Teile zum Befestigen des Körpers 53 am Meßmodul 52 wie etwa Schrauben 54a, eine Dichtung 54b und dergleichen enthält und eine Haupt-Luftmassenleitung 22 bildet.

In einer Wand des Haupt-Luftmassenleitungskörpers 20 des die Haupt-Luftmassenleitung 22 bildenden Körpers 53 ist ein Loch 25 vorhanden, in das das Meßmodul 52 eines Hilfs-Luftmassenleitungskörpers 10 eingesetzt ist und am Haupt-Luftmassenleitungskörper 20 unter Verwendung der Schrauben 54a befestigt ist, um so eine mechanische Festigkeit zwischen der Paßfläche des Haupt-Luftmassenleitungskörpers 20 und der Paßfläche des Modulgehäuses 1 sicherzustellen. Die Dichtung 54b ist zwischen das Meßmodul 52 und den Körper 53 des Haupt-Luftmassenleitungskörpers 20 eingefügt, um die Verbindung luftdicht zu machen.

Das Meßmodul 52 umfaßt im wesentlichen das Gehäuse 1, das eine Leiterplatte 2 für die Anbringung einer später beschriebenen Treiberschaltung enthält, und den Hilfs-Luftmassenleitungskörper 10, der aus nichtleitendem Material hergestellt ist. In dem Hilfs-Luftmassenleitungskörper 10 sind ein Hitzdraht 3 für die Erfassung des Luftmassenstroms und ein Temperaturerfassungswiderstand für die Kompensation der Ansauglufttemperatur so angebracht, daß sie mit der Leiterplatte 2 über einen aus leitendem Material hergestellten Haltekörper 5 elektrisch verbunden sind. Somit sind das Gehäuse 1, die Leiterplatte 2, der Hitzdraht 3, der Temperaturerfassungswiderstand 4, die Hilfs-Luftmassenleitung 10 und dergleichen zu einer Einheit zusammengefaßt, die das Meßmodul 52 bildet.

Zunächst wird zur Erläuterung des Funktionsprinzips

der Luftmassenmessung in dem obenbeschriebenen Luftmassenmesser die Konstruktion der elektrischen Schaltung beschrieben. Fig. 3 ist ein Schaltplan zur Erläuterung der Konstruktion des Hitzdraht-Luftmassenmessers nach Fig. 1. Die auf der Leiterplatte 2 des Luftmassenmessers angeordnete Treiberschaltung umfaßt grob eine Brückenschaltung und eine Rückkopplungsschaltung. Die Brückenschaltung ist aus dem Hitzdrahtwiderstand 4 (RH) zum Messen der Ansaugluftmassenstroms, aus dem Temperaturerfassungswiderstand 4 (RC) zum Kompensieren der Ansauglufttemperatur sowie aus Widerständen R10 und R11 aufgebaut, wobei an den Hitzdrahtwiderstand RH ein Heizstrom I_h geschickt wird, der mittels eines Operationsverstärkers OP1 in der Weise rückkopplungsgesteuert wird, daß zwischen dem Hitzdraht RH und dem Temperaturerfassungswiderstand RC eine konstante Temperaturdifferenz aufrechterhalten wird und ein dem Luftmassenstrom entsprechendes Ausgangssignal V2 ausgegeben wird. Wenn die Luftdurchflußgeschwindigkeit hoch ist, ist der Heizstrom I_h hoch, da die vom Hitzdraht RH abgeführte Wärmemenge hoch ist. Wenn andererseits die Luftdurchflußgeschwindigkeit niedrig ist, ist der Heizstrom klein, da die vom Hitzdraht RH abgeführte Wärmemenge niedrig ist. Da die vom Hitzdraht RH abgeführte Wärmemenge von der Massenstromrichtung unabhängig ist, d. h. unabhängig davon ist, ob es sich um einen Vorwärtsmassenstrom oder um einen Rückwärtsmassenstrom handelt, fließt der Heizstrom I_h selbst dann, wenn die Luft in Rückwärtsrichtung strömt, mit dem Ergebnis, daß im Luftmassenmesser das Phänomen eines sprunghaften Anstiegs auftritt.

Nun wird unter erneuter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 die die Erfindung kennzeichnende Struktur beschrieben. Der Hilfs-Luftmassenleitungskörper 10 enthält eine im wesentlichen L-förmige Hilfs-Luftmassenleitung 13 (einen longitudinalen Leitungsabschnitt 13a und einen transversalen Leitungsabschnitt 13b), die aufgebaut ist aus einem Hilfs-Luftmassenleitungs-Einlaßanschluß 11, dessen Einlaßfläche zur Hauptstromrichtung der in Vorwärtsrichtung 23 strömenden Luft im wesentlichen senkrecht ist, aus dem longitudinalen Leitungsabschnitt 13a, der sich vom Hilfs-Luftmassenleitungs-Einlaßanschluß 11 im wesentlichen parallel zur Hauptstromrichtung erstreckt, aus dem transversalen Leitungsabschnitt 13b, der mit dem longitudinalen Leitungsabschnitt 13a in Verbindung steht, im wesentlichen rechtwinklig gebogen ist und sich zur Hauptstromrichtung 23 im wesentlichen senkrecht erstreckt, sowie aus einen Hilfs-Luftmassenleitungs-Auslaßanschluß 12, der sich am hinteren (unteren) Ende des transversalen Leitungsabschnitts 13b befindet und dessen Auslaßfläche zur Hauptstromrichtung im wesentlichen parallel ist. Im allgemeinen sind die Widerstände wie etwa der Hitzdrahtwiderstand 3 und der Temperaturerfassungswiderstand 4 in einem Abschnitt innerhalb des longitudinalen Leitungsabschnitts 13a angeordnet.

Der Haupt-Luftmassenleitungskörper 20 des Körpers 53 enthält eine Blende 21, die an der Umfangsfläche seiner inneren Seitenwand stromaufseitig vom eingesetzten Hilfs-Luftmassenleitungskörper 10 ausgebildet ist. Die beiden Mündungsflächen, d. h. der Hilfs-Luftmassenleitungs-Einlaßanschluß 11 des Einlaßöffnungsabschnitts des Hilfs-Luftmassenleitungskörpers 10 und der Hilfs-Luftmassenleitungs-Auslaßanschluß 12 des Auslaßöffnungsabschnitts, befinden sich innerhalb einer Durchflußzone D, die durch imaginäre Verlängerung des Vorwärtsmassenstroms 23 der zu messenden Luft

von der Oberkante der Blende 21 in einer zur Hauptstromrichtung parallelen Richtung gebildet wird. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, ist die Zone durch die Strömungslinien G1, G2 begrenzt, die sich von der Oberkante der Blende 21 parallel zur Hauptstromrichtung erstrecken; die Durchflußzone entspricht beispielsweise einem Zylinder mit Innendurchmesser D, wenn der Haupt-Luftmassenleitungskörper 20 zylindrisch ist, wie in Fig. 2 gezeigt ist.

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, ist die Form des Haupt-Luftmassenleitungskörpers 20, in den der Hilfs-Luftmassenleitungskörper 10 eingesetzt werden soll, im wesentlichen zylindrisch (kreisförmiges Rohr), wobei in der effektiven Querschnittsfläche, die durch den Durchfluß der zu messenden Luftmasse definiert ist, welche durch die durch den Haupt-Luftmassenleitungskörper 10 gebildete Haupt-Luftmassenleitung 22 strömt, die Einlaß- und Auslaßflächen (den Hilfs-Luftmassenleitungs-Einlaßanschluß 11 und den Hilfs-Luftmassenleitungs-Auslaßanschluß 12) des Hilfs-Luftmassenleitungskörpers 10 berücksichtigt sind.

Die Blende 21 ist an der Umfangsfläche der inneren Seitenwand des Haupt-Luftmassenleitungskörpers 20 stromaufseitig vom eingesetzten Hilfs-Luftmassenleitungskörper 10 angeordnet. Der Querschnitt der Blende 21 besitzt die Form eines Venturi-Rohrs, dessen Mittelachse mit derjenigen der Haupt-Luftmassenleitung 22 im wesentlichen zusammenfällt, wobei die Eintrittsseite der Blende 21 bogenförmig ist und die auslaßseitige Wandfläche der Blende 21 zur Richtung des Vorwärtsluftmassenstroms 23 im wesentlichen senkrecht orientiert ist. Was die Anordnung der Blende und der Einlaß- und Auslaßanschlüsse des Hilfs-Luftmassenleitungskörpers 10 betrifft, so liegen diese Anschlüsse 11 bzw. 12 bei Betrachtung von vorn (wie in Fig. 2) innerhalb des Blendendurchmessers D (d. h. der Durchflußzone D in den Fig. 1 und 2). Der Hilfs-Luftmassenleitungs-Einlaßanschluß 11 ist zweckmäßig nahe der Wandseite der Leitung in der Nähe der Stromlinie G1 (Fig. 1) angeordnet, während der Hilfs-Luftmassenleitungs-Auslaßanschluß 12 zweckmäßig nahe der Wandseite der Leitung in der Nähe der Stromlinie G2 (Fig. 1) angeordnet ist.

Der Grund, weshalb die stromaufseitige Hälfte der Blende bogenförmig (trompetenförmig) geformt ist, besteht darin, daß die Luftströmung in der Nähe der Mitte der Luftmassenleitung stromabseitig von der Blende 21 nicht zerstört werden soll. Der Grund, weshalb die Wandfläche der stromabseitigen Hälfte zur Hauptstromrichtung angenähert senkrecht orientiert ist, besteht darin, daß im Vorwärtsluftmassenstrom 23 stromabseitig von der Blende 21 leicht eine Strömungstrennung auftreten kann. Dadurch ist es möglich, die Durchflußgeschwindigkeit des Vorwärtsmassenstroms bei pulsierendem Massenstrom stromabseitig von und innerhalb des Durchmessers der Blende zu erhöhen, ohne die Strömung zu zerstören.

Der erfindungsgemäße Hitzdraht-Luftmassenmesser enthält einen Haupt-Luftmassenleitungskörper, der eine Haupt-Luftmassenleitung bildet, durch die zu messende Luft strömen kann, und einen Meßmodul, das einen Hitzdraht zum Messen einer Luftmasse aufweist und in den Haupt-Luftmassenleitungskörper eingesetzt ist, wobei der Hitzdraht des Meßmoduls in einem Hilfs-Luftmassenleitungskörper vorgesehen ist, der eine L-förmige Hilfs-Luftmassenleitung bildet, die einen Einlaßöffnungsabschnitt, dessen Einlaßfläche zum Hauptluftstrom im wesentlichen senkrecht ist, sowie einen Auslaßöffnungsabschnitt, dessen Auslaßfläche zum

Hauptluftstrom im wesentlichen parallel ist, enthält, der Haupt-Luftmassenleitungskörper an der inneren Umfangswand stromaufseitig vom Hilfs-Luftmassenleitungskörper eine Blende aufweist, und sowohl der Einlaßöffnungsabschnitt als auch der Auslaßöffnungsabschnitt innerhalb einer Durchflußzone angeordnet sind, die durch eine an der Oberkante der Blende beginnenden und parallel zum Hauptluftstrom verlaufenden imaginären Fläche gebildet ist.

Im folgenden wird der Mechanismus beschrieben, mit dem der fehlerhafte sprunghafte Anstieg und das Zweiwert-Phänomen, die durch die Wirkung des Rückwärtsmassenstroms verursacht werden, reduziert werden können, indem stromaufseitig von dem L-förmigen Hilfs-Luftmassenleitungskörper 10 eine Blende vorgesehen ist, die ein wesentliches Merkmal der Erfindung darstellt. Zunächst werden die Wirkungen bei Vorhandensein und Fehlen der Blende anhand der Fig. 4A, 4B sowie 5A, 5B miteinander verglichen.

Die Fig. 4A und 4B sind Darstellungen zur Erläuterung des Mechanismus zum Reduzieren eines fehlerhaften sprunghaften Anstiegs mittels einer Blende gemäß der Erfindung. Die Fig. 5A und 5B sind Ansichten, die den Mechanismus zum Reduzieren des Zweiwert-Phänomens mittels einer Blende gemäß der Erfindung veranschaulichen.

In den Fig. 4A und 4B sind Signalförmigkeiten für den Fall mit Blende bzw. für den Fall ohne Blende gezeigt. Wenn bei einem herkömmlichen Luftmassenmesser ohne Blende in der Haupt-Luftmassenleitung ein Rückwärtsmassenstrom auftritt, wie durch die Signalförmigkeit in Fig. 4A gezeigt ist, ist die Signalförmigkeit eines tatsächlich erfaßten Signals an einer Linie in der Umgebung einer Null-Durchflußgeschwindigkeit umgeklappt, wie in der Figur schraffiert gezeigt ist, da die Stromrichtung lediglich mit dem Hitzdraht nicht erfaßt werden kann. Durch Verwenden der obenbeschriebenen L-förmigen Hilfs-Luftmassenleitung kann verhindert werden, daß der Rückwärtsmassenstrom in die Hilfs-Luftmassenleitung eindringt, was durch die Signalförmigkeit von Fig. 4A gezeigt ist, die die Wirkung der Hilfs-Luftmassenleitung zeigt.

Wenn die Amplitude der Durchflußgeschwindigkeit hoch genug ist, um bei einer durchschnittlichen Durchflußgeschwindigkeit U_1 im Fall ohne Blende einen Rückwärtsmassenstrom hervorzurufen, kann ein Eindringen des Rückwärtsmassenstroms in die Hilfs-Luftmassenleitung dennoch verhindert werden. Ein Durchschnittswert der Signalförmigkeit, die die Ansprechzeitverzögerung des Hitzdrahtes berücksichtigt, wird jedoch um ΔU_1 erhöht, da der dem Rückwärtsmassenstrom entsprechende Betrag vom Durchschnittswert nicht subtrahiert wird, weshalb der Vorwärtsmassenstrom um den entsprechenden Betrag erhöht wird. Der Wert ΔU_1 ist ein Erfassungsfehler aufgrund des Rückwärtsmassenstroms.

Wenn jedoch stromaufseitig von der L-förmigen Hilfs-Luftmassenleitung eine Blende angeordnet ist, wird die effektive Querschnittsfläche der Haupt-Luftmassenleitung verkleinert, da stromabseitig von der Blende Strömungstrennungswirbel erzeugt werden, so daß die durchschnittliche Durchflußgeschwindigkeit U_2 höher als U_1 wird und außerdem die Pulsationsamplitude in dem Abschnitt, in dem die Hilfs-Luftmassenleitung angeordnet ist, erhöht ist. Da jedoch in dem Abschnitt der Hilfs-Luftmassenleitung keine Einrichtung für die Reduzierung der effektiven Querschnittsfläche für den Rückwärtsmassenstrom vorhanden ist (da die Blende stromaufseitig von der Hilfs-Luftmassenleitung im we-

sentlichen keine Auswirkung auf den Rückwärtsmassenstrom hat), werden die Werte ΔU_1 und ΔU_2 in Folge des Rückwärtsmassenstroms im wesentlichen gleich. Daher kann die durchschnittliche Durchflußgeschwindigkeit ohne Änderung des Rückwärtsmassenstroms erhöht werden, indem stromaufseitig von der Hilfs-Luftmassenleitung die Blende angeordnet wird.

Daher ist wegen der obigen Beziehungen, d. h. $U_1 < U_2$, $\Delta U_1 = \Delta U_2$, die Beziehung $(\Delta U_1/U_1) > (\Delta U_2/U_2)$ erfüllt, weshalb der Meßfehler (fehlerhafter sprunghafter Anstieg) des Luftmassenmessers aufgrund des Rückwärtsmassenstroms durch Vorsehen der Blende stromaufseitig von der Hilfs-Luftmassenleitung im Vergleich zu dem Meßfehler in dem Fall, in dem keine Blende vorgesehen ist, reduziert werden kann.

Die Blende stromaufseitig von der Hilfs-Luftmassenleitung hat die weitere Wirkung, daß das sogenannte Zweiwert-Phänomen abgeschwächt werden kann, d. h., daß ein erfaßter Wert des Luftmassenmessers, der erzeugt wird, wenn selbst ohne Rückwärtsmassenstrom eine Pulsationsamplitude des Luftmassenstroms ansteigt, abgesenkt werden kann. Wie in Fig. 13 gezeigt ist, besteht das Zweiwert-Phänomen in einer Abnahme des Ausgangssignals, die hervorgerufen wird, wenn der Ansauggedruck durch allmähliches Öffnen der Drosselklappe bei konstant gehaltener Motordrehzahl verändert wird. Der Grund für die Entstehung dieses Phänomens besteht darin, daß die Ausgangskennlinie des Hitzdrahtes zu dem Luftmassenstrom (Durchflußgeschwindigkeit) in keiner linearen Beziehung steht.

Wenn dieses Phänomen auftritt, kann ein Steuersystem des Motors eine genaue Kraftstoffsteuerung nicht ausführen, weil für denselben Wert des Massenstroms zwei unterschiedliche Betriebsbedingungen vorliegen können. Wie oben in Verbindung mit dem Stand der Technik beschrieben worden ist, kann dieses Phänomen in bestimmtem Maß vermieden werden, wenn der Hitzdraht in der L-förmigen Hilfs-Luftmassenleitung einer Luftmassenleitung ohne Blende angeordnet ist. Um jedoch das Zweiwert-Phänomen für sämtliche Arten von Motoren abzuschwächen, muß die Form der Hilfs-Luftmassenleitung für sämtliche Motortypen optimiert werden. Andererseits bewirkt die Blende, die erfindungsgemäß stromaufseitig von der Hilfs-Luftmassenleitung vorgesehen ist, eine Abschwächung des Zweiwert-Phänomens für sämtliche Motortypen. Das Zweiwert-Phänomen wird im folgenden mit Bezug auf die Fig. 5A und 5B beschrieben, in denen Durchflußgeschwindigkeitsverteilungen für Fälle mit Blende bzw. ohne Blende gezeigt sind.

Wie in den Fig. 5A und 5B gezeigt ist, ist die Durchflußgeschwindigkeitsverteilung eines Luftstroms in einer Rohrleitung in einem stationären Zustand im allgemeinen parabolisch. Bei einer pulsierenden Strömung wechselt jedoch das Verteilungsprofil von einer parabolischen Durchflußgeschwindigkeitsverteilung zu einer flachen Geschwindigkeitsverteilung, wenn die Amplitude der Durchflußgeschwindigkeit allmählich ansteigt. Wenn die Durchflußgeschwindigkeitsverteilungen für die Fälle, in denen eine Blende vorhanden ist bzw. fehlt, verglichen werden, wird die Verteilung ohne Blende diejenige von Fig. 5A, während die Verteilung mit Blende diejenige von Fig. 5B wird.

Wie in Fig. 5B gezeigt ist, kann bei Vorhandensein der Blende 21 die Luft nur schwer in der Nähe der Wandfläche der Haupt-Luftmassenleitung 22 strömen, da die Umgebung der Wand durch die Blende 21 abgeschattet ist. Daher wird die Durchflußgeschwindigkeit

der Luft in dem verbleibenden Abschnitt, d. h. in der Zone D stromabseitig von der Blende 21 (beispielsweise in dem zylindrischen Abschnitt mit dem Innendurchmesser D), äußerst stark erhöht. Ferner ist der Erhöhungsbetrag der Durchflußgeschwindigkeit im Abschnitt stromabseitig von der Blende 21 nahe der Wand der Leitung, d. h. in einem Abstand von der Mittellinie der Leitung, größer als in der Mitte dieses Leitungsabschnitts. Dies ist der Grund dafür, daß der Hilfs-Luftmassenleitungs-Einlaßanschluß 11 an einer Position in der Nähe der Wand der Leitung und in der Nähe der Stromlinie G1 angeordnet ist und daß der Hilfs-Luftmassenleitungs-Auslaßanschluß 12 an einer Position in der Nähe der Wand der Leitung und in der Nähe der Stromlinie G2 angeordnet ist.

Wie oben beschrieben worden ist, besteht zwischen dem Erhöhungsbetrag der Durchflußgeschwindigkeit $\Delta U_1'$ an einer Position an der Wand der Leitung wie in Fig. 5A gezeigt und dem Erhöhungsbetrag der Durchflußgeschwindigkeit $\Delta U_2'$ an einer Position an der Wand der Leitung wie in Fig. 5B gezeigt die Beziehung $\Delta U_1' < \Delta U_2'$. Daher wird durch Anordnen des Einlaßanschlusses und des Auslaßanschlusses der Hilfs-Luftmassenleitung stromabseitig von der Blende 21 und innerhalb der Zone D die Durchflußgeschwindigkeit der Luft, die durch die Hilfs-Luftmassenleitung strömt, ebenfalls erhöht, wenn die Pulsationsamplitude ansteigt. Selbst wenn daher ein Ausgangssignal des Hitzdrahtes aufgrund der Nichtlinearität abnimmt, kann durch den Erhöhungsbetrag der Durchflußgeschwindigkeit, um den die Durchflußgeschwindigkeit durch die Hilfs-Luftmassenleitung zunimmt, der entsprechenden Abnahmebetrag ausgeglichen werden.

Wenn jedoch die Abmessung (Innendurchmesser D) der Blende auf einen zu kleinen Wert reduziert ist, wird der Erhöhungsbetrag der Durchflußgeschwindigkeit übermäßig groß, weshalb das Phänomen auftritt, daß das Ausgangssignal des Hitzdrahtes unabhängig vom Fehlen oder Vorhandensein eines Rückwärtsmassenstroms ansteigt. Unter Berücksichtigung der Abnahme der Wirkung des Rückwärtsmassenstroms und der Reduzierung des Zweiwert-Phänomens sollte daher das Verhältnis der effektiven Querschnittsfläche A1 der Haupt-Luftmassenleitung 20 zur effektiven Querschnittsfläche A2 der Blende 21 (effektive Querschnittsfläche der Zone D) auf einen optimalen Wert gesetzt werden, der später angegeben wird.

Da die obenbeschriebene Wirkung der Erhöhung der Durchflußgeschwindigkeit in einem Abschnitt mit hoher Durchflußgeschwindigkeit groß ist, ist es wichtig, daß der Einlaßanschluß und der Auslaßanschluß der Hilfs-Luftmassenleitung in einem Abschnitt stromabseitig von der Blende 21 innerhalb der Zone D (beispielsweise innerhalb des zylindrischen Abschnitts mit dem Durchmesser D) angeordnet sind. Das bedeutet, daß der Einlaßanschluß 11 der Hilfs-Luftmassenleitung, dessen Einlaßfläche zur Richtung der Hauptströmungslinie der Luftströmung im wesentlichen senkrecht ist, in der Weise angeordnet sein sollte, daß der Staudruck direkt auf den Einlaßanschluß 11 wirkt, während der Auslaßanschluß 12 der Hilfs-Luftmassenleitung, dessen Auslaßfläche zur Richtung der Hauptströmungslinie der Luftströmung im wesentlichen parallel ist, in der Weise angeordnet werden sollte, daß die Saugwirkung am Auslaßanschluß erhöht ist, da der Staudruck stromaufseitig vom Auslaßanschluß hoch ist und Strömungstrennungswirbel erzeugt werden.

Da die Auslaßfläche des Auslaßanschlusses 12 der

Hilfs-Luftmassenleitung zur Führung des Hauptluftmassenstroms im wesentlichen parallel ist, muß ein Energieverlust aufgrund der Kollision der Luftmasse mit der Wandfläche des Haupt-Luftmassenleitungskörpers 20 unterdrückt werden. Daher sollte der Auslaßanschluß 12 der Hilfs-Luftmassenleitung in einem geeigneten Abstand von der Wandfläche angeordnet sein.

Im folgenden werden mit Bezug auf die Fig. 6 und 7 die Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen der obenerwähnten Blendenabmessungen in einem wirklichen Fahrzeug beschrieben.

Fig. 6 ist ein Graph, der die Beziehung zwischen den Abmessungen der Blende und einem fehlerhaften sprunghaften Anstieg zeigt. Fig. 7 ist ein Graph, der die Beziehung zwischen der Position einer Blende relativ zu den Einlaß- und Auslaßanschlüssen einer Hilfs-Luftmassenleitung und dem Ausgangssignalrauschen zeigt.

An einem auf einem Prüfstand angebrachten Motor wurde eine Prüfung in der gleichen Weise wie in den Fig. 12A und 12B vorgenommen, indem die Drosselklappe allmählich geöffnet wurde und dabei die Motordrehzahl konstant gehalten wurde, wobei der Erfassungsfehler des Hitzdrahts bei vollständig geöffneter Drosselklappe für unterschiedliche Abmessungen (Innendurchmesser D) der Blende aufgetragen wurde. Anhand der Prüfung konnte in bezug auf die Abmessungen der Blende wie in Fig. 5B und in Fig. 6 gezeigt eine Reduzierungswirkung des fehlerhaften sprunghaften Anstiegs aufgrund der Rückströmung im Bereich eines Verengungsverhältnisses $R = (A_2/A_1) \geq 70\%$ erhalten werden, wobei A1 die effektive Querschnittsfläche der Haupt-Luftmassenleitung ist, in der sich die Hilfs-Luftmassenleitung befindet, und A2 die effektive Querschnittsfläche der Blende mit Innendurchmesser D ist.

Wenn andererseits das Verengungsverhältnis R kleiner als 70% war, fand eine Zunahme des Ausgangssignals statt. Der Grund hierfür besteht darin, daß die erfaßte Durchflußgeschwindigkeit ihrerseits stromabseitig von der Blende 21 zunimmt, wenn die Amplitude des Pulsationsmassenstroms zunimmt, wie oben beschrieben worden ist. Ein Prüfergebnis bei einer Motordrehzahl, bei der kein Rückwärtsmassenstrom auftritt, ist in der Figur zu Referenzzwecken ebenfalls gezeigt. Es konnte bestätigt werden, daß das Ausgangssignal im Bereich des Verengungsverhältnisses $R < 70\%$ schnell ansteigt.

Daher sollte das Verhältnis der Querschnittsfläche A2 der Blende zur Querschnittsfläche A1 der Haupt-Luftmassenleitung, in der sich die Hilfs-Luftmassenleitung befindet, zweckmäßig die Beziehung $R = (A_2/A_1) \geq 70\%$ erfüllen. Wenn jedoch ein Verengungsverhältnis R von 100% (das der herkömmlichen Technologie entspricht) betrachtet wird, kann gesagt werden, daß der Bereich $90\% \geq R \geq 70\%$ zweckmäßig ist. Um insbesondere den Fehler auf die Hälfte zu reduzieren, ist der Bereich $80\% \geq R \geq 70\%$ zweckmäßig. Ferner konnte anhand des Prüfergebnisses bestätigt werden, daß die Wirkung der Reduzierung des fehlerhaften sprunghaften Anstiegs im Bereich $90\% \geq R \geq 70\%$ gut ist und der Abstand L von der Blende 21 zum Einlaßmündungsabschnitt 11 wie in Fig. 1 gezeigt in der Umgebung eines Wertes liegt, der die Beziehung $L = 0,7D$ erfüllt.

Nun wird mit Bezug auf Fig. 7 die Beziehung zwischen dem räumlichen Verhältnis der Blende zu den Einlaß- und Auslaßanschlüssen der Hilfs-Luftmassenleitung einerseits und dem Ausgangssignalrauschen des Luftmassenmessers andererseits für den stationären Zustand beschrieben. In Fig. 7 ist auf der Ordinate das

Ausgangssignalrauschen aufgetragen, während auf der Abszisse das Verengungsverhältnis R nach Fig. 6 aufgetragen ist.

Die Abmessungen der als Probe in dieser Prüfung verwendeten Blende ergaben ein Verengungsverhältnis R von ungefähr 60%. Daher hat ein Verengungsverhältnis R in einem Bereich von weniger als 60% die Bedeutung, daß sowohl die Position des Einlaßanschlusses als auch die Position des Auslaßanschlusses der Hilfs-Luftmassenleitung innerhalb einer Zone liegen, die von der Blende 21 abgeschattet ist (innerhalb einer Wandzone außerhalb der von den in Fig. 1 gezeigten Hauptstromlinien G1 und G2 umgebenen Zone).

Wie in Fig. 7 gezeigt ist, nimmt innerhalb des Bereichs des Verengungsverhältnisses R von 100% bis 60% das Ausgangssignalrauschen bei abnehmendem Verengungsverhältnis R ab. In einem Bereich des Verengungsverhältnisses unterhalb von 60% nimmt jedoch das Ausgangssignalrauschen deutlich zu. Das bedeutet, wenn sowohl die Position des Einlaßanschlusses als auch die Position des Auslaßanschlusses der Hilfs-Luftmassenleitung innerhalb der Zone D liegen (innerhalb der Zone, die in Fig. 1 von den Hauptstromlinien G1 und G2 umgeben ist), ist das Ausgangssignalrauschen gering. Es hat sich gezeigt, daß das Ausgangssignalrauschen grundsätzlich durch Erhöhen des Verengungsverhältnisses R, d. h. durch Reduzieren der Abmessungen der Blende, um die Durchflußgeschwindigkeit der Luft zu erhöhen, reduziert werden kann. Weiterhin hat sich gezeigt, daß die Strömung in der Haupt-Luftmassenleitung gestört wird und daher das Ausgangssignalrauschen zunimmt, wenn die Blende stromaufseitig vorhanden ist und stromabseitig eine Strömungstrennung stattfindet, d. h. wenn sowohl die Position des Einlaßanschlusses als auch die Position des Auslaßanschlusses der Hilfs-Luftmassenleitung innerhalb der durch die Blende 21 abgeschatteten Zone (d. h. außerhalb der Zone D) liegen.

Daraus ergibt sich, daß sowohl der Einlaßanschluß als auch der Auslaßanschluß erfordern, daß die stromaufseitige Strömung nicht gestört wird, da der Wert der Durchflußgeschwindigkeit in der Hilfs-Luftmassenleitung durch eine Druckdifferenz zwischen dem Einlaßanschluß und dem Auslaßanschluß bestimmt ist. Daher ist es in dem Fall, in dem eine Blende oder dergleichen stromaufseitig von der Hilfs-Luftmassenleitung angeordnet ist, notwendig, die relativen Positionen des Einlaßanschlusses und des Auslaßanschlusses der Hilfs-Luftmassenleitung sowie die Abmessungen der Blende für die Erzielung eines niedrigen Ausgangssignalrauschens wie oben beschrieben zu optimieren.

Aus den Ergebnissen der Fig. 6 und 7 geht hervor, daß für eine Reduzierung des fehlerhaften sprunghaften Anstiegs und des Ausgangssignalrauschens ein Bereich für das Verengungsverhältnis von $90\% \geq R \geq 70\%$ zweckmäßig ist.

Nun werden mit Bezug auf die Fig. 8 bis 10 weitere Ausführungsformen beschrieben.

Fig. 8 ist eine Querschnittsseitenansicht einer weiteren Ausführungsform des Hitzdraht-Luftmassenmessers gemäß der Erfindung. In den Luftmassenmesser ist ein geradliniges Rohr 41a mit Blende, das eine Haupt-Luftmassenleitung bildet, in den Nachfilterabschnitt (den stromabseitigen Abschnitt) 41 eines Ansaugluftfilters 68 integriert. In Fig. 8 ist der Ansaugluftfilter 68 eines der das Ansaugsystem bildenden Ansaugrohrelemente aus dem Nachfilterabschnitt 41, in den das geradlinige Rohr 41a mit Blende des Haupt-Luftmassenlei-

tungskörpers 20 als Einheit integriert ist, und aus einem Vorfilterabschnitt (einem stromaufseitigen Abschnitt) 42 des Ansaugluftfilters 68 sowie aus einem Filterelement 43 aufgebaut.

In dieser Ausführungsform ist die Blende 21 in einem Ansaugluftauslaßabschnitt des Nachfilterabschnitts 41 des Ansaugluftfilters 68 (in einer Rohrleitung stromabseitig vom Luftfilterelement 43) vorgesehen, wobei das als Luftmassenmesser dienende geradlinige Rohr 41a stromabseitig von der Blende einteilig angeschlossen ist und das Meßmodul 52 der in Fig. 1 gezeigten Hilfs-Luftmassenleitung 10 in eine Bohrung 25 eingesetzt ist, die in einer Wandfläche des geradlinigen Rohrs 41a mit Blende vorhanden ist. Da in dieser Ausführungsform der Ansaugluftfilter 68 eines vorhandenen Ansaugrohrelements als Haupt-Luftmassenleitungskörper 20 mit Blende 21 und Bohrung 25 dient, ist eine besondere Luftmassenleitung nicht erforderlich, so daß die Systemkosten bei einer kundenspezifischen Fertigung reduziert werden können.

Fig. 9 ist eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform des Hitzdraht-Luftmassenmessers gemäß der Erfindung. In dem Luftmassenmesser von Fig. 9 ist in dem Nachfilterabschnitt 41 eines Luftansaugfilters eine Blende 21 vorgesehen, ferner ist mit diesem Nachfilterabschnitt 41 des Luftansaugfilters ein Haupt-Luftmassenleitungskörper 20 verbunden. Fig. 10 ist eine vergrößerte Ansicht des Verbindungsabschnitts von Fig. 9. Fig. 10 zeigt Einzelheiten der Verbindung eines Lötabschnitts 47 und eines Verbindungsabschnitts 48.

Diese Ausführungsform ist grundsätzlich der Ausführungsform von Fig. 8 ähnlich, der Auslaßöffnungsabschnitt des Ansaugluftauslaßabschnitts des Luftansaugfilters 68 ist jedoch mit einer trompetenförmigen Blende 21 ausgebildet, wobei ein Körper 53 des Haupt-Luftmassenleitungskörpers 20 des Luftmassenmessers mit dem stromabseitigen Abschnitt mechanisch verbunden ist, indem er im Lötabschnitt 47 und im Verbindungsabschnitt 48 durch Kleben oder Verschrauben befestigt wird. Das heißt, daß die Blende des Haupt-Luftmassenleitungskörpers, der den Hitzdraht-Luftmassenmesser bildet, vom Haupt-Luftmassenleitungskörper selbst getrennt ist, da die Blende im Ansaugluftauslaßabschnitt des Ansaugrohrelements, das mit der Haupt-Luftmassenleitung verbunden ist, vorhanden ist. Da in dieser Ausführungsform ein Abschnitt des vorhandenen Ansaugrohrelements als Blende 21 dient, ist eine spezielle Luftmassenleitung nicht erforderlich. Ferner kann ein Hitzdraht-Luftmassenmesser ohne Blende verwendet werden. Daher können die Systemkosten für eine kundenspezifische Fertigung reduziert werden.

Fig. 11 ist eine Ansicht einer Ausführungsform eines Verbrennungsmotors mit elektronischer Kraftstoffeinspritzsteuerung, die einen Luftmassenmesser gemäß der Erfindung enthält. Fig. 11 zeigt eine Ausführungsform eines Kraftstoffsteuersystems eines Verbrennungsmotors zum Steuern der Kraftstoffzufuhrmenge unter Verwendung eines Luftmassensignals, das vom Hitzdraht-Luftmassenmesser gemäß der Erfindung erhalten wird.

Wie in Fig. 11 gezeigt ist, kann Ansaugluft 67 in einen Motorzylinder 62 über ein Ansaugsystem angesaugt werden, das aus einem Luftreiniger 68, einem Körper 53 des Luftmassenmessers, einer Rohrleitung 55, einem Drosselklappenkörper 58, einem Ansaugkrümmer 59 mit einer Einspritzeinrichtung 60, der Kraftstoff zugeführt wird, usw. aufgebaut ist. Andererseits wird das im Motorzylinder 62 erzeugte Abgas durch einen Abgas-

krümmer 64 ausgestoßen.

Eine Steuereinheit 66 empfängt ein von einem Meßmodul 52 des Luftmassenmessers ausgegebenes Luftmassensignal, ein Drosselklappenwinkelsignal, das von einem Drosselklappenwinkel-Sensor 57 ausgegeben wird, ein Sauerstoffkonzentrationsignal, das von einem im Abgaskrümmer 64 vorgesehenen Sauerstoffkonzentrationsmesser 65 ausgegeben wird, ein Motordrehzahl-signal, das von einem Motordrehzahlsensor 61 ausgegeben wird, usw. Die Steuereinheit verarbeitet diese Signale, um eine optimale Kraftstoffeinspritzmenge und einen optimalen Leerlauf-Steuerventilöffnungsgrad zu erhalten, und steuert die Einspritzeinrichtung 60 und das Leerlauf-Steuerventil 56 unter Verwendung dieser erhaltenen Werte, um eine an die Ansaugluftmasse angepaßte Kraftstoffmenge zu liefern.

Da die Ansaugluftmasse im Verbrennungsmotor mit elektronischer Kraftstoffeinspritzsteuerung, die den Luftmassenmesser gemäß der Erfindung enthält, geeignet gemessen werden kann, kann die elektronische Kraftstoffeinspritzsteuerung korrekt ausgeführt werden, so daß die Menge unverbrannter Kraftstoffgase im Abgas reduziert werden kann.

Wenn dieser Luftmassenmesser in einem Fahrzeug angebracht ist, reduziert erfindungsgemäß ein Anstieg der Durchflußgeschwindigkeit in der durch die Blende mit einfacher Struktur gebildeten Durchflußzone bei pulsierendem Massenstrom, der einen Rückwärtsmassenstrom begleitet, einen fehlerhaften sprunghaften Anstieg des Ausgangssignals des Hitzdraht-Luftmassenmessers. Außerdem wird die nachteilige Wirkung des Zweiwert-Phänomens abgeschwächt, so daß ein kostengünstiger und hochgenauer Hitzdraht-Luftmassenmesser geschaffen werden kann.

Weiterhin kann eine geeignete Kraftstoffsteuerung ausgeführt werden, wenn ein Fahrer das Gaspedal niederdrückt, was sich günstig auf die Abgasreinigung des Verbrennungsmotors mit elektronischer Kraftstoffeinspritzung auswirkt.

Patentansprüche

1. Hitzdraht-Luftmassenmesser, mit einem Haupt-Luftmassenleitungskörper (20), der eine Haupt-Luftmassenleitung (22) bildet, durch die zu messende Luft strömen kann, und einem Meßmodul (52), das einen Hitzdraht (3) zum Messen einer Luftmasse aufweist und in den Haupt-Luftmassenleitungskörper (20) eingesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Hitzdraht (3) des Meßmoduls (52) in einem Hilfs-Luftmassenleitungskörper (10) vorgesehen ist, der eine L-förmige Hilfs-Luftmassenleitung (13) bildet, die einen Einlaßöffnungsabschnitt (11), dessen Einlaßfläche zum Hauptluftstrom (23, 24) im wesentlichen senkrecht ist, sowie einen Auslaßöffnungsabschnitt (12), dessen Auslaßfläche zum Hauptluftstrom (23, 24) im wesentlichen parallel ist, enthält, der Haupt-Luftmassenleitungskörper (20) an der inneren Umfangswand stromaufseitig vom Hilfs-Luftmassenleitungskörper (10) eine Blende (21) aufweist, und sowohl der Einlaßöffnungsabschnitt (11) als auch der Auslaßöffnungsabschnitt (12) innerhalb einer Durchflußzone (D) angeordnet sind, die durch eine an der Oberkante der Blende (21) beginnenden und parallel zum Hauptluftstrom (23, 24) verlaufenden imaginären Fläche gebildet ist.

2. Hitzdraht-Luftmassenmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abmessungen der Blende (21) so gesetzt sind, daß das Verhältnis der effektiven Querschnittsfläche der Blende (21) zur effektiven Querschnittsfläche der Hauptluftdurchlaßleitung (22) am Ort der Blende (21) in einem Bereich von 70 bis 90% liegt. 5
3. Hitzdraht-Luftmassenmesser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (21) so geformt ist, daß die stromaufseitige Hälfte der Blende (21) ungefähr bogenförmig ist und die Wandfläche der stromabseitigen Hälfte zur Richtung der Hauptströmung (23, 24) im wesentlichen senkrecht ist. 10
4. Ansaugrohrelement mit einer Haupt-Luftmassenleitung (20) und einer Bohrung (25), in die ein Meßmodul (52) eingesetzt wird, die zu einem Hitzdraht-Luftmassenmesser nach Anspruch 1 gehört, dadurch gekennzeichnet, daß das Ansaugrohrelement außerdem als die Haupt-Luftmassenleitung (20) dient. 15 20
5. Ansaugrohrelement, das an einer Ansaugluftauslaßposition eine Blende (21) eines Haupt-Luftmassenleitungskörpers (20) umfaßt, der zu einem Hitzdraht-Luftmassenmesser nach Anspruch 1 gehört, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (21) vom Haupt-Luftmassenleitungskörper (20) getrennt ausgebildet ist. 25
6. Kraftstoffsteuersystem für Verbrennungsmotoren zum Steuern der Kraftstoffzufuhrmenge unter Verwendung eines Luftmassensignals, das von einem Hitzdraht-Luftmassenmesser nach Anspruch 1 erhalten wird. 30

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

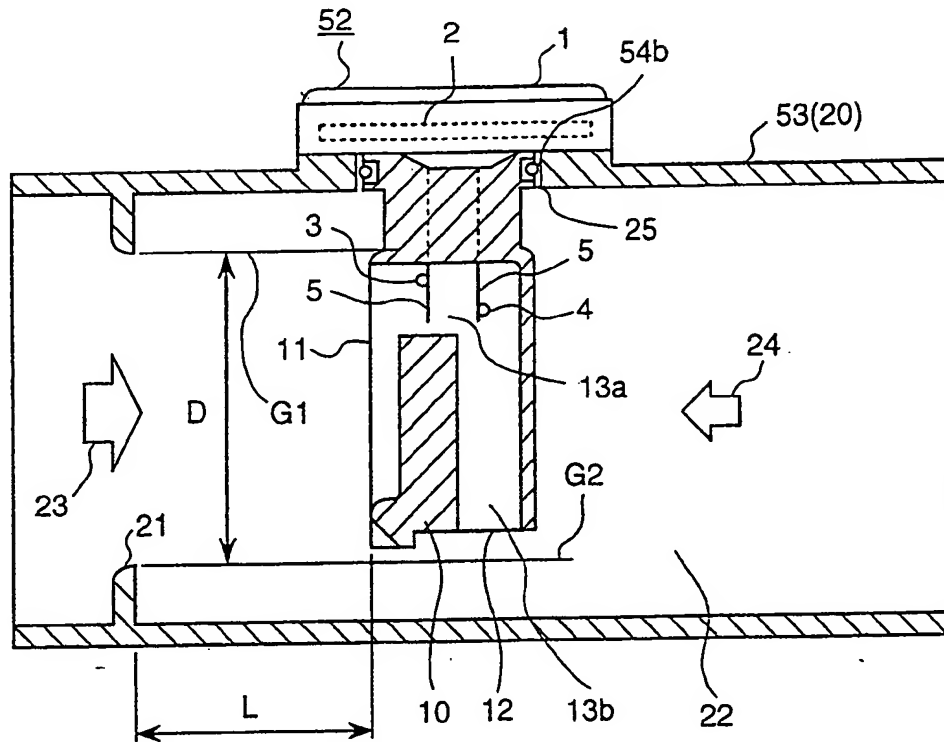


FIG. 2

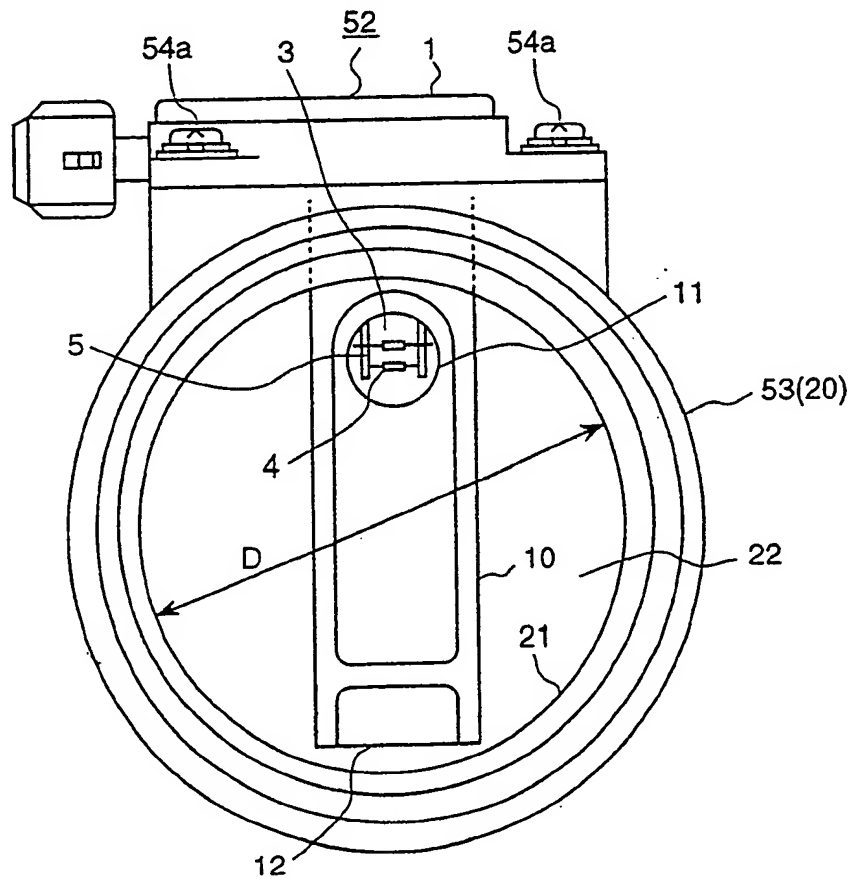


FIG.3

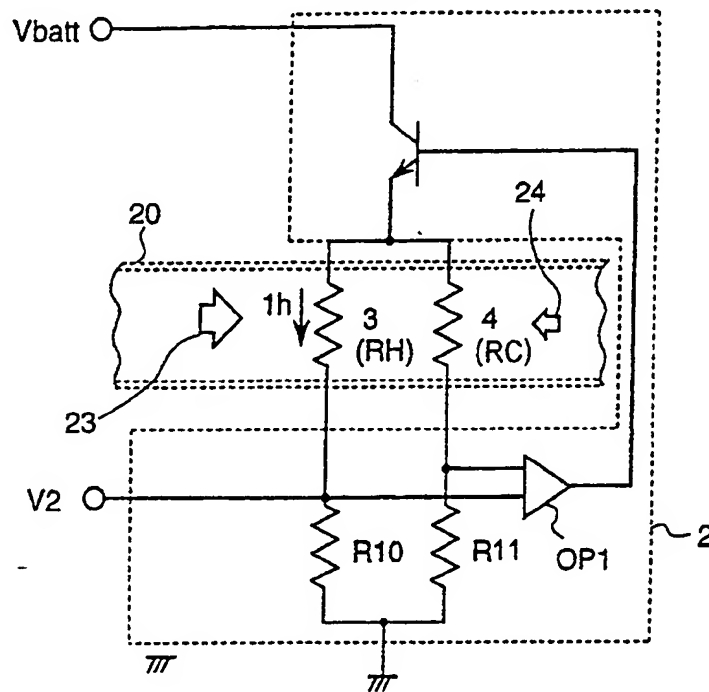


FIG. 4A

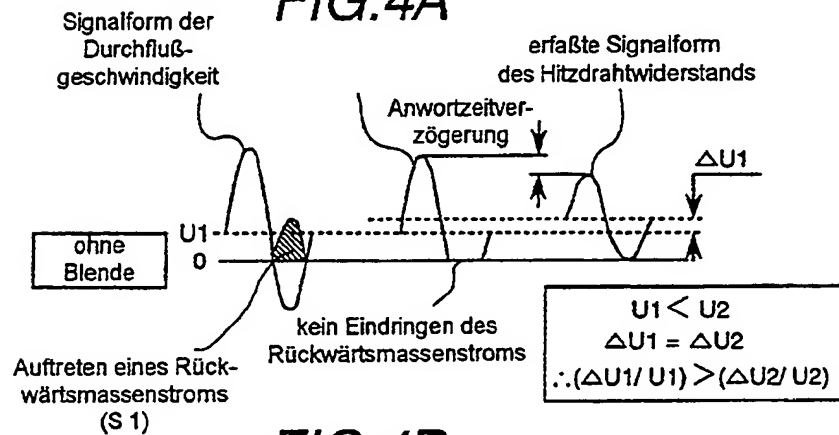


FIG. 4B

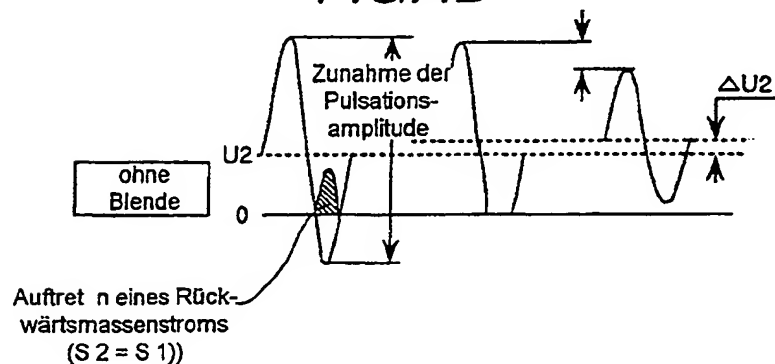


FIG.5A

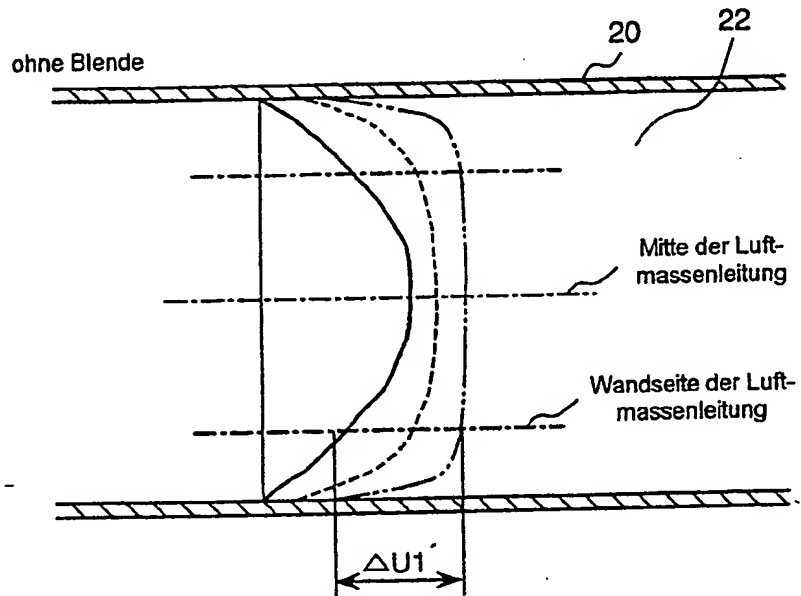


FIG.5B

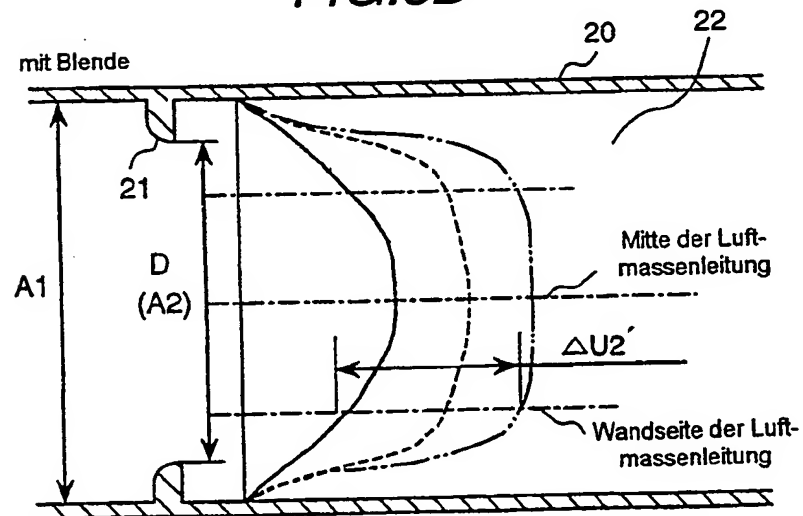


FIG. 6

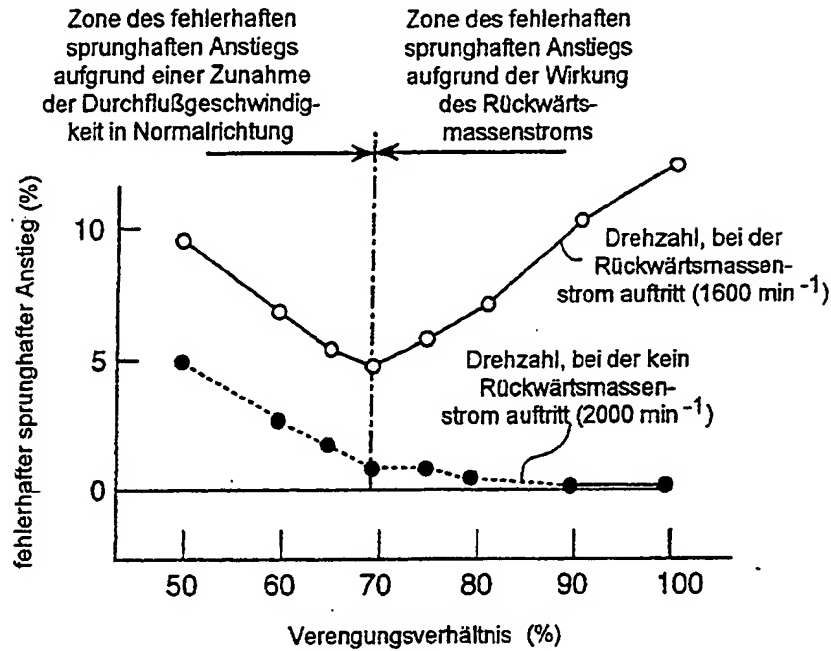


FIG. 7

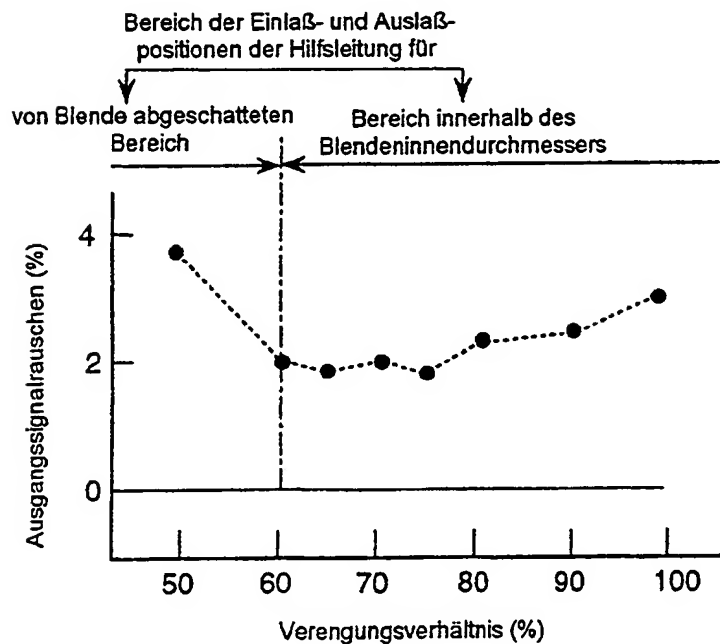


FIG.8

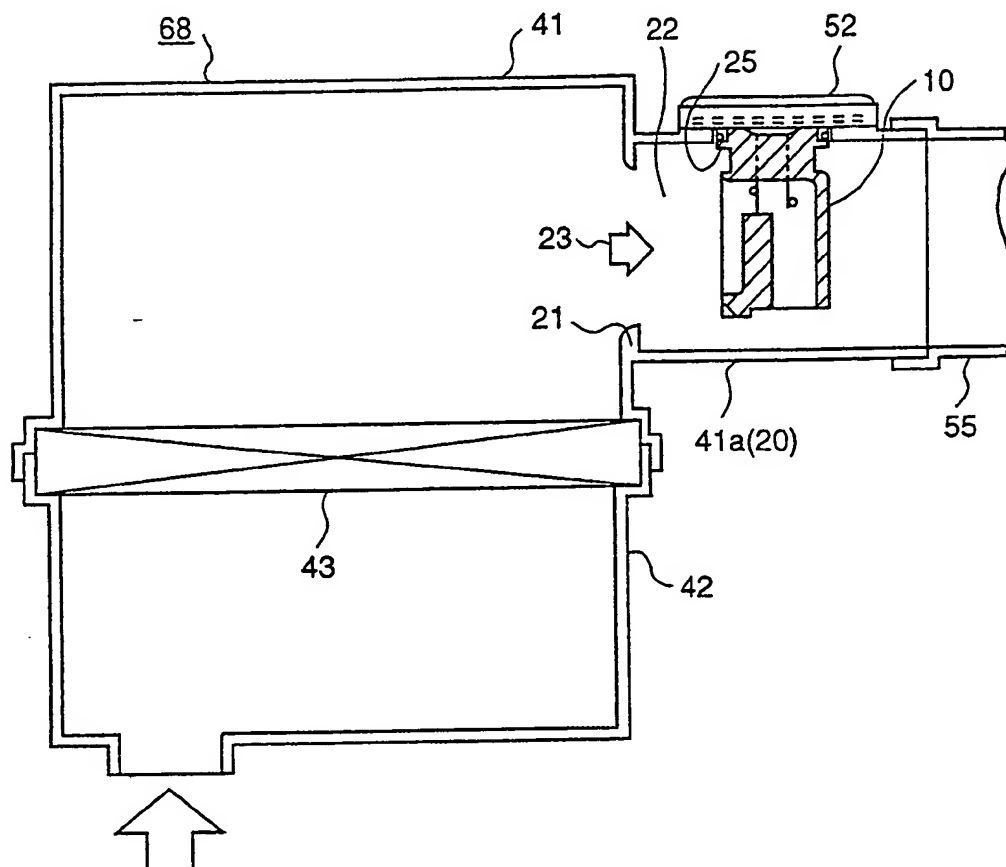


FIG.9

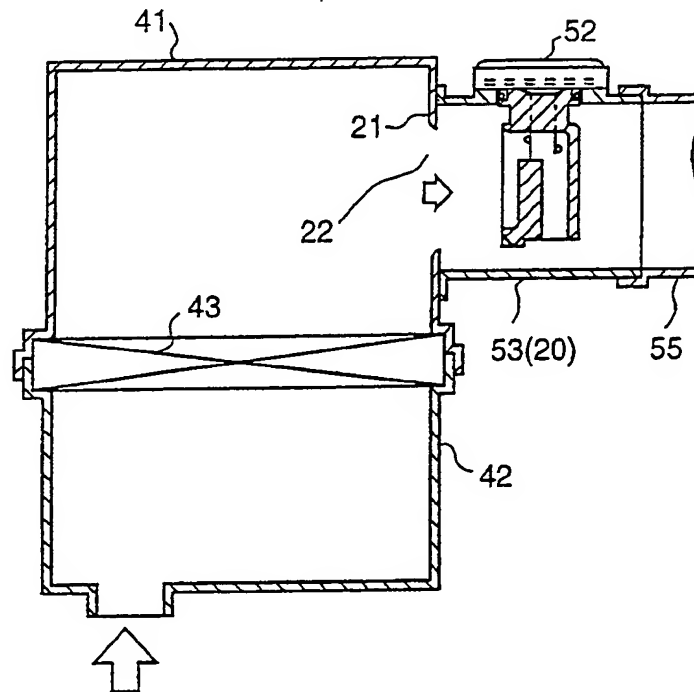


FIG.10

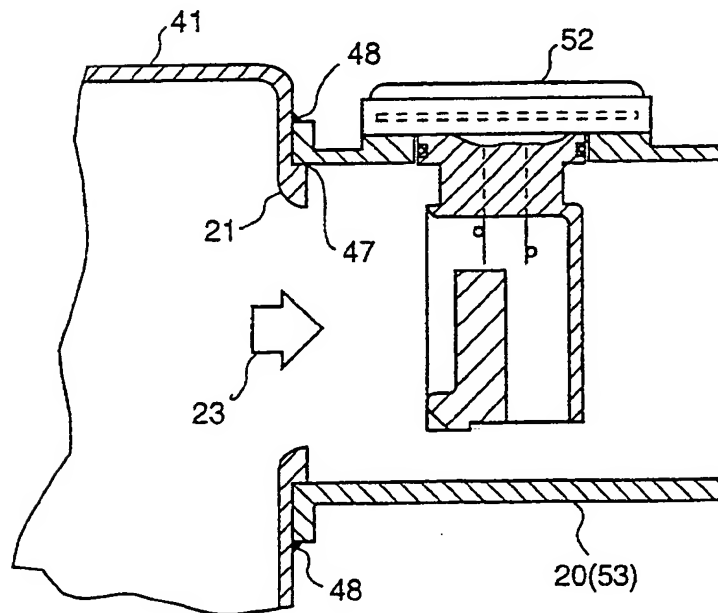


FIG. 11

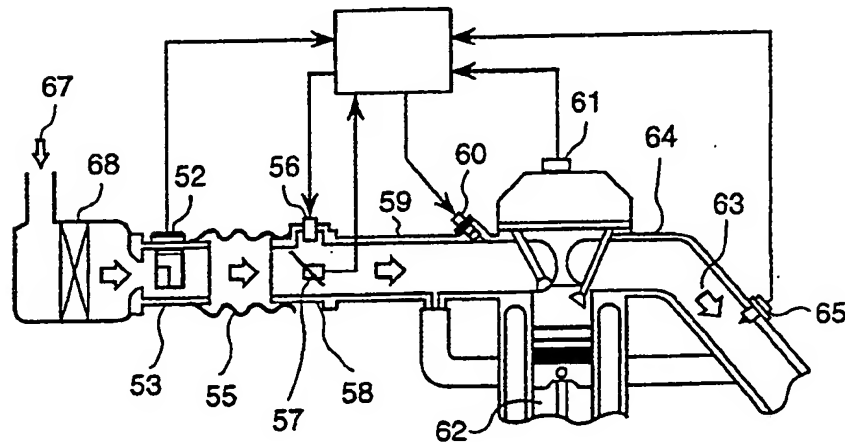


FIG. 13

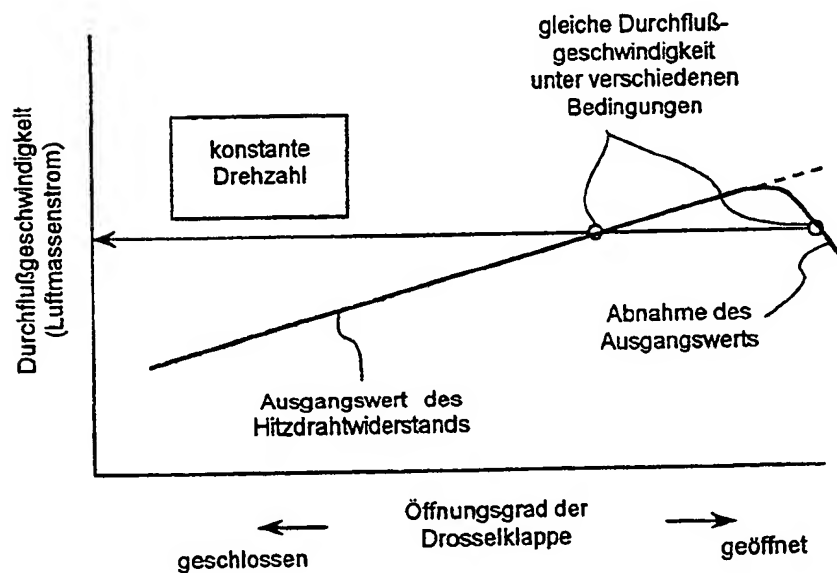


FIG. 12A

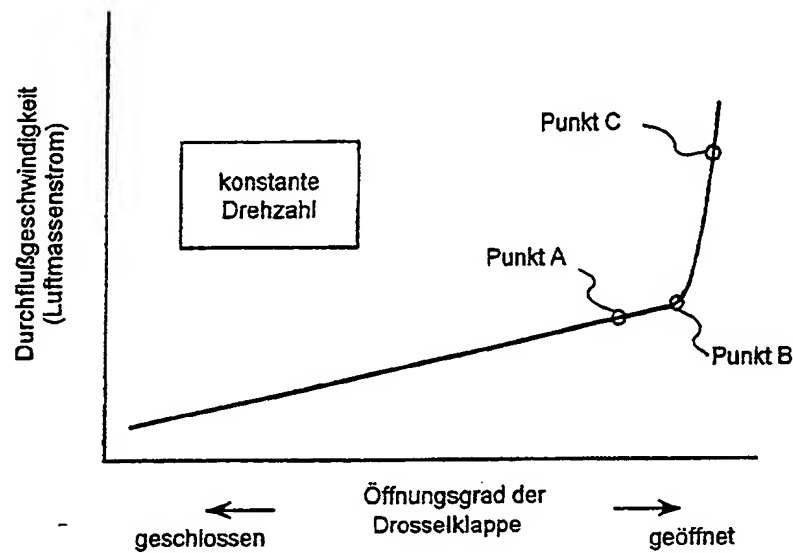


FIG. 12B

